NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. ÉMILE MER

Né à Thionville (Moselle), le 22 mai 1841,

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE
INSPECTEUR-ADJOINT DES FORÊTS
A LA STATION DES RECHERCHES DE L'ÉCOLE FORESTIÈRE



PARIS
IMPRIMERIE DE LA COUR D'APPEL
L. MARETHEUX, Directeur
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 135,000 FRANCS
1, RUE CASSETTE, 1

1899

GRADES

FONCTIONS ET EMPLOIS

BACHELIER ÈS LETTRES
(1858)

BACHELIER ÈS SCIENCES
(1859)

ÉLÈVE A L'ÉCOLE FORESTIÈRE
(1860-1862)

GARDE GÉNÉRAL DES FORÊTS
(1863-1871)

EN DISPONIBILITÉ SUR SA DEMANDE
(1872-1885)

ÉLÈVE A L'ÉCOLE DES HAUTES-ÉTUDES
SECTION DES SCIENCES NATURELLES
(1872-1875)

EXPLOITE LA FERME DE LONGEMER (VOSGES)
(depuis 1877)

ATTACHÉ A LA STATION DE RECHERCHES DE L'ÉCOLE FORESTIÈRE
(depuis 1886)

INSPECTEUR-ADJOINT DES FORÊTS
(1889)

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ NATIONALE D'AGRICULTURE DE FRANCE
SECTION DE SYLVICULTURE
(1891)

LISTE DES RÉCOMPENSES

1882 — Récompense de 1.500 francs pour un mémoire sur une question de physiologie végétale proposée.
(Académie des sciences. Prix Bordin).

1884 — Récompense de 1.000 francs pour recherches de physiologie végétale.
(Académie des sciences).

1887 — Médaille d'argent pour deux mémoires sur la sylviculture.
(Société nationale d'Agriculture de France).

1889 — Chevalier du Mérite agricole.

1890 — Médaille d'or pour recherches d'histoire naturelle et relatives à la végétation forestière.
(Société nationale d'Agriculture).

1898 — Officier du Mérite agricole.

Nombreuses médailles : dans les concours agricoles locaux et régionaux ;

à l'Exposition internationale de Paris (1889)

et à celle de Lyon (1894).

EXPOSÉ GÉNÉRAL

DES TRAVAUX DE M. MER

Après ma sortie de l'Ecole forestière et quelques années de stage dans le Jura, je fus envoyé au mois de février 1863 en Savoie, dont l'annexion était de date récente. L'organisation du service forestier n'était pas terminée. Les forêts de cette province, dévastées sous le régime sarde, se trouvaient dans un état déplorable. Pendant les trois années que je passai en Savoie, je fixai les limites des terrains communaux qui me parurent devoir être soumis au régime forestier. Des procès-verbaux de délimitation et des plans à l'appui furent dressés. J'exécutai aussi de nombreux reboisements en mélèzes, épicéas, pins sylvestres. Sur plusieurs points j'eus à arrêter le ravinement de versants rapides par des travaux de clayonnages et des plantations d'acacias ou de boutures de saules et peupliers. On était alors au début de la période des reboisements de montagnes.

Au commencement de 1866, je fus nommé chef du cantonnement de l'Isle-Adam, dans l'inspection de Paris. Le service était tout autre. La conversion en futaie des deux forêts de l'Isle-Adam et de Carnelle, dont la gestion m'était confiée, venait d'être décrétée.

Ces forêts avaient été jusque-là exploitées en taillis composés. Ce changement de régime entraîna un véritable bouleversement dans le traitement de ces massifs, peuplés en grande partie d'essences impropres à la futaie. J'effectuai dans ce but des repeuplements en chêne et hêtre ainsi qu'en châtaignier dans les séries de taillis consacrés à cette essence.

Le poste ayant été supprimé en 1869, je fus attaché à la commission

d'aménagement de la Haute-Marne. Dans ce service, j'étais appelé, non plus à appliquer des aménagements de conversion de taillis en futaie, mais à en faire moi-même. C'est ainsi que je procédai à l'aménagement, avec plan et nivellement, de la forêt domaniale de la Garenne-de-Luzy, près Chaumont.

Je fus chargé en 1871 d'un intérim dans le service des dunes à Bordeaux. On voit que pendant cette période de neuf années, j'avais eu à m'occuper, à part les chênes verts et liège et le pin d'Alep, confinés dans le sud-est du pays, de la plupart des essences qui peuplent les forêts françaises, ainsi que des divers traitements auxquels elles sont soumises.

Dans tous ces services, j'avais vu commettre bien des erreurs, j'en avais commis aussi. En Savoie on était en pleins tâtonnements, on essayait bien des procédés, mais sans y apporter la méthode et l'esprit de suite qui eussent été nécessaires. En Seine-et-Oise, on ne tâtonnait pas, à la vérité, on taillait même en plein drap et d'une façon rarement heureuse. On entreprenait de grand travaux sans s'être préalablement assuré de leur efficacité par des essais, exécutés d'abord en petit, étudiés avec soin, puis graduellement étendus, ainsi que toujours on devrait procéder. Dans la Haute-Marne, on convertissait en futaie des massifs reposant sur des sols calcaires, sans profondeur, peuplés en trop grande partie d'essences impropres à ce régime. Bref, dans tous les services par lesquels j'avais passé, je remarquais qu'on était guidé par des idées préconçues, au lieu de s'adresser à la voie expérimentale, la seule qui puisse donner des indications sûres.

A quoi cela tenait-il? A ce que la science forestière n'était pas encore solidement établie. Dans les siècles précédents, les forêts françaises avaient toujours été mal gérées. C'est ce qui résulte tant des nombreuses ordonnances *de réformation* rendues par les rois de France à diverses époques, que des écrits laissés par les rares savants qui s'occupaient de questions forestières. Au XVIII[e] siècle, Réaumur, Buffon, Duhamel et surtout Varenne de Fenille avaient bien fait des recherches sur la végétation des arbres forestiers, sur divers procédés propres à accroître la production de nos massifs, mais ils n'avaient pas abordé l'étude des traitements d'ensemble. D'ailleurs, leurs conseils ne furent pas et ne pouvaient être compris des officiers forestiers de l'ancien régime, dont l'instruction technique était des plus rudimentaires. Les troubles qui

suivirent la Révolution de 1789 ne firent qu'aecroître le désarroi et, au début de ee siècle, nos forêts se trouvaient dans le plus triste état.

En Allemagne, au contraire, dès la seconde moitié et surtout vers la fin du sièele dernier, on avait commencé à améliorer sérieusement le traitements des bois. Aussi, quand Baudrillart fut envoyé dans ee pays sous le premier Empire, pour rendre compte de ee qui y avait été entrepris à cet égard, fut-il frappé du bon état, relatif du moins, des forêts qu'il visitait.

Il revint enthousiamé, et conseilla, eomme le meilleur parti à adopter, d'étendre aux forêts françaises le traitement de la futaie qui lui avait paru donner de si beaux résultats chez nos voisins. C'est aussi ee que eonseillèrent, une quinzaine d'années plus tard, Lorentz et Parade, qui, après avoir étudié la sylvieulture de l'autre eôté du Rhin, furent les eréateurs de l'enseignement forestier en France. Ni les uns ni les autres ne eomprirent qu'aucune seienee ne peut s'improviser et que celle surtout qui s'applique à des végétaux d'une croissance aussi lente que celle des arbres, a besoin, plus que toute autre, pour s'établir, d'une longue série d'observations et d'expériences, lesquelles n'avaient pas été entreprises, même en Allemagne.

Au lieu de suivre patiemment la voie tracée par Duhamel, de poursuivre les études si ingénieuses qu'il avait eommencées et d'étayer avee prudence les applications sur les résultats qu'elles auraient produits, ee qui eût demandé, il est vrai, beaueoup de temps, ils préférèrent créer un enseignement de toutes pièces; et comme les bases expérimentales faisaient défaut, ils remplaeèrent trop souvent les preuves par des affirmations. Cette tournure d'esprit, plutôt synthétique qu'analytique, était du reste assez générale à leur époque.

Un semblable enseignement, dogmatique et anti-scientifique, ne pouvait produire que de mauvais résultats. Il fut la cause des erreurs que, pendant de nombreuses années, commirent les élèves qui l'avaient reçu. Bien souvent, en se basant sur des coneeptions *a priori*, on appliqua des méthodes, des pratiques culturales, que l'on abandonna, quand elles produisirent des mécomptes, tout aussi brusquement qu'elles avaient été adoptées, sans ehereher si, par quelques perfectionnements, elles n'auraient pas été susceptibles de donner quelques applieations utiles.

Tous ces faits m'avaient frappé pendant mon séjour à l'Eeole et surtout pendant les années que je eonsacrai aux divers serviees que j'ai

énumérés. Il me parut de plus en plus que la sylviculture ne parviendrait à progresser qu'à la condition de s'appuyer sur une connaissance approfondie de la végétation des arbres. Il me répugnait de continuer à marcher ainsi en aveugle. Déjà, pendant mon séjour à l'Isle-Adam, j'avais entrepris quelques recherches, mais je ne tardai pas à m'apercevoir que, pour les mener à bien, mes connaissances en sciences naturelles, et principalement en botanique, étaient insuffisantes. La technique du microscope surtout, instrument aussi indispensable à qui étudie les végétaux que la loupe l'est à l'horloger, me faisait complètement défaut; je compris que je ne pourrais arriver à quelque résultat qu'en quittant provisoirement le service pour acquérir les moyens propres à mener à bien les recherches auxquelles je comptais me livrer ultérieurement. L'École des Hautes-Études venait d'être créée. A la fin de 1871, je demandai ma mise en disponibilité et vins m'établir à Paris.

Pendant quatre ans, je fréquentai les laboratoires de botanique, de physiologie et de géologie de la Sorbonne, les laboratoires de botanique, de zoologie et de physiologie générale du Muséum, ainsi que le laboratoire d'histologie de Robin, dirigé alors par G. Pouchet. En même temps, j'entreprenais quelques travaux personnels dont les résultats furent publiés dans divers recueils.

Quand, en 1876, je quittai l'École des Hautes-Études, le moment ne me sembla pas encore venu de reprendre du service pour me livrer à des recherches forestières. L'administration des forêts appartenait encore au ministère des finances; les idées qui y avaient cours ne me paraissaient pas sensiblement modifiées; on n'avait pas encore compris la nécessité d'installer des stations d'expériences analogues à celles qui, depuis quelques années déjà, étaient établies en Allemagne.

Une circonstance fortuite ne tarda pas, du reste, à m'orienter dans une autre voie. Depuis deux ans, je passais quelques mois de la belle saison dans la propriété de mon beau-père, à Longemer (Vosges). J'avais remarqué qu'elle était bien mal exploitée. Le bail ayant expiré en 1877, j'eus l'idée de chercher à la mettre en valeur, en appliquant les principes de méthode expérimentale que j'avais puisés à l'École des Hautes-Études. C'est à cette époque que j'en entrepris l'exploitation que je continue encore. Je ne tardai pas à m'y attacher beaucoup.

A la suite de bien des essais, il est vrai, je parvins à l'améliorer

considérablement, au triple point de vue du rendement des prairies, de la production du lait et de la plus-value acquise par les produits de laiterie. Ces études agronomiques ne me firent pas abandonner mes recherches de physiologie végétale. J'en trouvai les matériaux dans cette intéressante région, et notamment dans le lac de Longemer, où je pus suivre, avec toutes les facilités d'étude possibles, la végétation des plantes aquatiques. C'est dans cette période comprise entre 1876 et 1884 que j'exécutai mes expériences relatives à l'influence des milieux sur la structure des plantes.

En 1878, l'Administration des forêts passait au ministère de l'Agriculture. Deux ans après, M. Puton était nommé directeur de l'Ecole forestière. Sur son initiative, l'Administration, comprenant enfin l'utilité de l'expérimentation forestière, se décida à envoyer en Allemagne et en Autriche MM. Reuss et Bartet, avec mission d'étudier l'organisation de stations de recherches. A la suite d'un rapport très documenté de ces deux forestiers, M. Méline, alors ministre de l'Agriculture, fonda en 1882 une station de recherches à l'Ecole forestière. Quand j'eus terminé les travaux de physiologie végétale que j'avais entrepris et qui, à deux reprises, m'avaient valu une récompense importante de l'Académie des sciences, je jugeai que le moment était arrivé de reprendre du service. Après l'entraînement auquel je m'étais soumis, tant au point de vue scientifique qu'à celui des applications, je me crus suffisamment préparé à mener à bien des recherches sur les questions forestières, dont l'étude est plus difficile et exige surtout une plus grande patience, en raison de l'extrême lenteur avec laquelle se manifestent les résultats, En 1886, je demandai à entrer à la station. Un nouveau poste fut créé : j'en pris possession le 1er juillet de cette année.

Je n'abandonnai pas pour cela l'exploitation de Longemer. La forêt de Gérardmer constituait un excellent terrain d'expériences pour l'étude des sapinières, pendant que les forêts des environs de Nancy servaient aux recherches intéressant les essences feuillues. Il fut convenu que, passant à Nancy le premier semestre de chaque année, je continuerais à passer le second dans les Vosges. Je me mis de suite à la besogne. J'installai de petites places d'expériences dans les massifs entourant le cirque de Longemer. J'y entrepris des opérations culturales ; puis, quelques années après, pour pouvoir les appliquer sur une plus grande échelle, je demandai la concession de deux parcelles d'une

trentaine d'hectares chacune et de quatre pépinières; ce qui me fut accordé. En même temps, convaincu que le traitement rationnel des massifs doit se baser sur la connaissance approfondie de la végétation des arbres qui les peuplent, je commençai des études sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des sapins de cette région.

Depuis quinze ans je mène de front les recherches d'agriculture et de sylviculture. J'en ai fait connaître les résultats par des publications, des conférences, des expositions de produits et d'échantillons dans les concours régionaux et locaux.

Ainsi qu'on le voit par l'exposé qui précède, mes travaux se rapportent à des sujets très divers. Ils peuvent être groupés de la manière suivante :

PREMIÈRE PARTIE

SYLVICULTURE

CHAPITRE PREMIER

TRAITEMENT DES MASSIFS

		Pages.
I. —	Massifs peuplés d'essences résineuses.	13
II. —	Massifs peuplés d'essences feuillues.	21

CHAPITRE DEUXIÈME

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE FORESTIÈRES

I. —	Influence du milieu sur la croissance des arbres.	23
II. —	Nutrition. Amylogenèse et réserve amylacée.	25
III. —	Développement et structure des couches d'accroissement.	27
IV. —	Duraminisation du bois.	29
V. —	Conséquences des décortications annulaires.	30

CHAPITRE TROISIÈME

PATHOLOGIE FORESTIÈRE

Pages.

I. — Maladies causées par les influences climatériques. 32
II. — Déformations causées par les traumatismes. 35
III. — Maladies causées par les parasites animaux. 35
IV. — Maladies causées par les parasites végétaux. 36

DEUXIÈME PARTIE

AGRICULTURE

I. — Exploitation des prairies. 41
II. — Economie du bétail. 46
III. — Industrie laitière. 47

TROISIÈME PARTIE

BOTANIQUE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES

I. — Phénomènes de nutrition.
II. — Action de la lumière sur les plantes.
III. — Influence exercée par le milieu sur la structure et la végétation des plantes.
IV. — Absorption des matières colorantes par les racines.
V. — Divers.

QUATRIÈME PARTIE

ZOOLOGIE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES

I. — Recherches sur l'organisation de l'*Helix pomatia*.
II. — Divers.

ANALYSE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS

PREMIÈRE PARTIE

SYLVICULTURE

CHAPITRE PREMIER

I

Traitement de massifs résineux (Sapinières).

Des procédés culturaux à appliquer dans les sapinières pour améliorer la qualité du bois.

Revue des eaux et forêts (1887).

Du mode de formation des nœuds gris et noirs dans le bois de Sapin et d'Épicéa et des moyens propres à entraver leur extension.

Revue des eaux et forêts (1886).

Le jardinage appliqué à l'Epicéa.

Revue des eaux et forêts (1886).

De l'influence des éclaircies sur l'accroissement diamétral des Sapins.

La forêt (1888).

Recherches sur le traitement des sapinières vosgiennes.

Association française pour l'avancement des Sciences, Congrès de Paris (1889)

Moyen d'activer l'allongement des jeunes Sapins.

Revue des eaux et forêts (1890).

La culture intensive des bois.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France (1891).

La culture de l'Epicéa.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France (1893).

Des conditions dans lesquelles doivent être faites les éclaircies pour être efficaces.

Bulletin de la Société nationale d'Agriculture (1892).

Une excursion forestière dans les Vosges.

Revue des eaux et forêts (1893).

Des fâcheuses conséquences, au point de vue de la production ligneuse, qui résultent de la trop grande régularité des massifs de futaie.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France (1895).

Des conséquences de l'élagage des sapins au point de vue de la croissance du tronc et de l'occlusion des plaies.

Bulletin de la Société nationale d'Agriculture (1895).

Expériences relatives aux éclaircies dans les sapinières.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture (1898).

J'ai groupé mes diverses publications sur le traitement des sapinières des Hautes-Vosges pour pouvoir exposer avec plus d'ensemble les résultats obtenus.

La France achète chaque année pour 150 millions de francs de bois d'industrie à l'étranger, dont 100 millions de sciage de résineux. C'est donc la production des massifs résineux et particulièrement des sapinières qu'il s'agit d'accroître, non seulement par des plantations nouvelles, mais encore, et en vue d'un résultat à moins longue échéance, par des procédés culturaux mieux appropriés. C'est dans cette voie que j ai

dirigé mes études dès mon entrée à la station de recherches de l'Ecole forestière, en prenant comme champ d'expériences diverses parties de la forêt domaniale de Gérardmer. Chaque année, un crédit m'était accordé dans ce but. De l'ensemble de ces recherches résultent les faits suivants :

1° Les coupes de régénération sont faites généralement trop claires, ce qui entraîne un double inconvénient : *a*) le semis s'opère mal, étouffé qu'il est bientôt par les arbrisseaux qui se développent avec exubérance; *b*) le vent, qui est très à redouter dans ces montagnes, brise un grand nombre d'arbres réservés. On ne doit pas faire de coupes d'ensemencement, dans le sens technique du terme ; c'est par des éclaircies graduelles que la régénération doit s'effectuer peu à peu. Dès que la lumière pénètre sous le couvert, des jeunes Sapins apparaissent. Quand ils sont abondants, il convient de les répartir ; c'est là une mesure généralement négligée et cependant des plus importantes pour que le terrain soit bien utilisé ultérieurement. Si dans ces coupes il reste des vides, même de faible étendue, on y effectuera des plantations d'Épicéas, car cette essence, qui n'est pas spontanée dans les Vosges et ne semble y avoir été introduite pour la première fois, sur quelques points disséminés, qu'à la fin du siècle dernier, a une croissance plus rapide que le Sapin aux altitudes supérieures à celle de 800 mètres; elle résiste mieux aussi aux grands froids. Le mélange des deux essences, l'Épicéa à l'état dominant, donne du reste d'excellents résultats dans les quelques points des Hautes-Vosges où on le rencontre. Dès que la régénération est obtenue et que les Sapins peuvent vivre à découvert, on doit procéder rapidement à l'enlèvement des porte-semence. Les vides qui en résultent seront regarnis en Épicéas. Pour montrer comment ces plantations doivent être faites, j'en ai effectué un grand nombre dans les conditions les plus défavorables : versants rocheux, sols couverts de ronces, etc. J'ai déterminé les conditions dans lesquelles ces plants doivent être élevés en pépinière, comment ils doivent être repiqués, enfin le prix maximum auquel doit revenir ce travail;

2° Il subsiste dans les massifs beaucoup trop de vieux arbres. Il y a là perte d'intérêt de la valeur que ces arbres représentent et perte de matériel, car leur bois se détériore souvent par suite de la carie centrale. Tout Sapin qui a atteint 70 à 80 centimètres de diamètre doit être exploité ;

3° Le Hêtre se trouve associé au Sapin dans une proportion souvent excessive. Or, bien que cette essence soit spontanée dans les Hautes-Vosges et soit même le dernier représentant de la végétation forestière, au-dessous des pâturages connus sous le nom de *chaumes*, il n'en est pas moins vrai que sa croissance est très ralentie au delà de 800 mètres d'altitude. De plus, le Hêtre est fréquemment attaqué par un champignon parasite, le *Nectria ditrissima*, qui ralentit l'accroissement du tronc par suite des tumeurs chancreuses qu'il y produit. Son bois, d'ailleurs, n'a qu'une faible valeur et l'emploi en est fort limité. Le Hêtre doit donc être remplacé par le Sapin et l'Épicéa.

C'est surtout vers l'éducation des massifs constitués et la technique des éclaircies que j'ai jugé nécessaire de diriger mes recherches, car les connaissances étaient à cet égard encore bien imparfaites.

Dans les siècles précédents, aucune éclaircie ne se pratiquait dans les massifs de futaie, qui étaient complètement abandonnés à eux-mêmes. Varenne de Fenille est le premier qui, vers 1780, ait conseillé cette opération si importante et l'ait essayée dans ses bois. A peu près à la même époque, Louis Hartig, en Bavière, inaugura cette pratique. Au milieu de la tourmente révolutionnaire, les travaux de Varenne de Feuille passèrent inaperçus et c'est d'Allemagne que l'usage des éclaircies nous arriva, recommandé par Baudrillart, puis par Lorentz et Parade vers 1810. Depuis lors, on l'appliqua comme en Allemagne, en se bornant à exploiter les sujets dominés. On ne pratiquait pas de desserrements. Or, dans n'importe quelle culture, on effectue des desserrements, à mesure que les plantes grossissent, pour faire de la place à celles qui restent.

Aucune observation n'avait été poursuivie dans le but de s'assurer si, entendues ainsi, les éclaircies étaient efficaces, c'est-à-dire si la croissance des arbres augmentait à la suite de l'opération. Ce fut une de mes premières recherches. Dans plusieurs massifs de Hêtre, Sapin, Épicea éclaircis quinze ans auparavant, je fis abattre un certain nombre de sujets, d'âges et de végétations diverses, et je constatai les faits suivants:

1° Sur les arbres de vigueur faible ou moyenne, l'opération n'avait produit aucun résultat: ni les couches d'accroissement, ni les flèches, ni les pousses terminales des branches n'étaient plus grandes dans les années postérieures à l'éclaircie que dans les années antérieures;

2° Sur les arbres très vigoureux, l'éclaircie avait produit une légère augmentation d'accroissement diamétral dans les cinq ou six années postérieures à l'opération, et encore cette augmentation était-elle localisée dans la partie inférieure du tronc. La croissance des pousses n'avait pas été modifiée ;

3° Lorsqu'un arbre avait été débarrassé d'un sujet situé très près de lui, le touchant presque, dont les racines avaient dû s'entremêler aux siennes, et la cime s'engager dans sa cime, on remarquait alors une augmentation d'accroissement, surtout du côté opposé à celui où s'était trouvé l'arbre exploité, parce que de ce côté la végétation y était plus vigoureuse.

Ces résultats montraient que les éclaircies, telles qu'on les avait pratiquées jusque-là, ne produisaient que des effets insignifiants; ils mettaient en évidence deux faits importants, à savoir, que seuls les arbres vigoureux profitent des éclaircies, et que seule la suppression d'arbres rapprochés est efficace.

J'installai alors des places d'expérience dans lesquelles je m'attachai surtout à dégager les sujets les mieux venants des perches qui les enserraient de trop près. Dix ans après, j'abattis plusieurs de ces arbres, je les sectionnai en divers points de leur tronc et je constatai que l'opération avait encore produit fort peu d'effet sur le grossissement et l'allongement. Cela provenait de ce que la cime avait conservé à peu près les mêmes dimensions. J'avais marqué, en effet, sur certains arbres numérotés, la distance au-dessus du sol à laquelle s'inséraient les premières branches vivantes. Or, celles-ci avaient dépéri dans cette période de dix ans, de telle sorte que si la cime avait gagné des couronnes par le haut, elle en avait perdu presque autant par le bas et que la masse du feuillage était restée stationnaire. Dans ces conditions, aucune augmentation d'accroissement ne pouvait se produire. Les cimes n'atteignaient guère que le quart ou le cinquième de la hauteur totale de l'arbre. Or, dans une série d'observations, j'avais constaté que, pour que la largeur des anneaux ligneux atteigne 3 ou 4 millimètres, il faut que la cime ait au moins un tiers de la hauteur totale.

Pour m'assurer, par une expérience inverse, que la largeur des accroissements est bien en relation directe avec l'ampleur de la cime, je supprimai sur des Sapins en bordure d'un chemin un nombre de branches variable; sur quelques-uns même je ne laissai subsister que

quelques couronnes à l'extrémité de la cime. Les accroissements de ces derniers furent très faibles pendant les années consécutives à l'opération, au moins dans les parties inférieure et moyenne du tronc; ils avaient bien moins diminué dans la partie supérieure. Au bout de sept à huit ans, la cime s'étant un peu regarnie, les accroissements étaient devenus plus larges. Sur les arbres où les branches, garnissant la moitié inférieure du tronc, avaient été supprimées jusqu'à mi-hauteur, l'épaisseur des anneaux ligneux était restée sensiblement la même.

Ces faits montrent que, pour rendre les éclaircies efficaces, il faut les pratiquer de manière que les cimes acquièrent plus de branches. Si mes éclaircies n'avaient pas produit de résultat, c'est parce que je n'avais pas assez dégagé les arbres d'avenir. La lumière ne parvenait pas suffisamment à leurs branches basses, lesquelles n'avaient pas tardé à dépérir.

Par suite de la mauvaise direction donnée aux éclaircies dans les sapinières, les massifs d'âges uniformes renferment des arbres de grosseurs très différentes, depuis des perches de $0^m,20$ de tour jusqu'à des arbres de $1^m,30$. Ceux dont le tronc mesure moins de $0^m,70$ ont une croissance des plus ralenties et l'on ne peut plus espérer les remettre en état. C'est un matériel hors d'usage et l'on ne doit pas hésiter à le remplacer par un matériel neuf. On ne devra cependant le faire disparaître que graduellement, de manière à permettre aux sapins que l'on veut conserver d'amplifier peu à peu leur cime. Un semis naturel ne tardera pas à s'établir; on le complétera au besoin artificiellement. En procédant avec prudence, c'est-à-dire modérément et fréquemment, à l'enlèvement de ces arbres à végétation languissante, on évitera les dégâts causés par les ouragans.

Les diverses recherches dont il vient d'être rendu compte ont pour but d'accroître la production des sapinières : 1° en utilisant, par une bonne répartition des arbres, le mieux possible le terrain; 2° en supprimant toutes les non-valeurs (sujets languissants, trop vieux, malades ou mutilés), pour ne conserver que des arbres sains et vigoureux.

Mais ce n'est pas seulement en augmentant la production en matière d'un massif qu'on arrive à pousser au maximum son rendement en argent. Il faut encore pour cela obtenir des bois propres aux marchandises ayant les plus hauts cours dans le commerce. C'est donc la pro-

duction de sciages de choix qu'on doit poursuivre autant que possible. Pour cela, il faut chercher à prévenir la formation des nœuds noirs et gris qui enlèvent aux planches près de la moitié de leur valeur. J'ai fait de nombreux essais à ce sujet. Voici le procédé que je recommande :

Supprimer, à l'aide d'une scie à main, les branches mortes des plus beaux arbres, tous les dix ou quinze ans, depuis l'âge de vingt ans jusqu'à celui de soixante, en ayant soin de ne pas entamer l'anneau de bois vivant qui embrasse les branches à leur base ; scier à 20 centimètres du tronc les branches dépérissantes, pour sectionner dix ans après les tronçons morts ; laisser à chaque couronne un tronçon destiné à servir de marche-pied, en vue des élagages ultérieurs. On forme ainsi une sorte d'échelle de perroquet dont les échelons ne pourrissent pas, par suite du *bois gras* (bois imprégné de résine) qui en constitue la majeure partie. L'ouvrier peut s'appuyer sur ces tronçons, sans craindre qu'ils se brisent sous son poids. Le tronc finit par être ainsi dépouillé de branches sur 16 mètres de hauteur, moyennant le prix de 0 fr. 25. A cent vingt ans, cet arbre vaudra 100 francs au lieu de 60.

Après quinze ans d'essais, j'ai reconnu que, moyennant les précautions ci-dessus, l'élagage des résineux et même de l'Epicéa, pour lequel les plaies ont de si graves conséquences, ne présente aucun danger pour l'arbre. Quand les plaies se sont recouvertes, le bois n'offre aucune trace de carie. On regardait l'élagage des résineux comme bien plus dommageable que celui des feuillus. En réalité, c'est le contraire qui est vrai, et je ne sais encore si le procédé qui me réussit pour les premiers est applicable aux seconds.

La bonne répartition des arbres sur le terrain n'a pas seulement pour effet d'augmenter la production, mais encore d'améliorer la qualité du bois, en ce sens que les arbres, végétant à une distance convenable les uns des autres, ne sont plus exposés à se gêner et à se souder, qu'ils acquièrent un tronc régulier, symétrique, et une structure homogène. Quand les résineux ont une moelle excentrique, ils sont sujets, du côté où les couches d'accroissement sont les plus larges, à former du *bois rouge*, bien plus dense, plus dur et plus gerçable que le bois normal. Quand une planche renferme du bois rouge et du bois blanc, elle se voile et se déjette, par suite de l'inégalité de retrait que subissent ces deux tissus en se desséchant.

* * *

Moyen d'activer l'allongement des jeunes Sapins.

Revue des eaux et forêts (1890).

Les jeunes Sapins, surtout quand ils vivent isolés ou à l'état clair, s'accroissent très lentement en hauteur pendant les premières années. Les pousses latérales prennent en revanche une longueur démesurée. Il y a là une perte de temps. J'ai constaté qu'on peut activer l'élongation en coupant les branches basses du tronc ou seulement en les raccourcissant. On obtient le même résultat en supprimant la flèche. L'une des branches du dernier verticille se redressant, finit par en prendre la place et par former une nouvelle flèche plus vigoureuse. Pour que ces divers procédés réussissent, il ne faut pas que la végétation des jeunes plants soit trop ralentie.

* * *

De la culture du Mélèze dans les Vosges.

Revue des eaux et forêts (1885).

Le Mélèze n'est pas spontané dans les Hautes-Vosges. Il a été introduit, à titre d'essai, sur divers points de la forêt de Gérardmer, vers 1840. A trente ans, ces arbres ont commencé à dépérir ; mais ils avaient atteint, surtout quand ils se trouvaient isolés ou peu serrés, de belles dimensions. Quelques-uns avaient même 1 mètre de tour à hauteur d'homme. Leur production avait donc été bien supérieure à celle des Sapins et même des Epicéas. D'autre part, en employant ce bois à divers usages, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, j'ai reconnu qu'il présente des qualités au moins égales à celles de ces deux essences. Le duramen est même plus incorruptible. Le Mélèze pourrait donc, dans certains cas, être introduit avantageusement dans les Hautes-Vosges, de préférence sur les lisières des massifs et aux expositions du nord et de l'est.

II

Traitement des massifs feuillus.

Mes recherches culturales sur les massifs formés d'essences feuillues sont moins avancées que celles qui sont relatives aux massifs résineux; ce qui se conçoit, puisque, passant à Nancy le premier semestre de chaque année, je ne puis guère consacrer que le printemps aux travaux sur le terrain dans la forêt domaniale de Champenoux. Diverses études entreprises dans cette forêt ne sont pas encore terminées. Mais j'en ai poursuivi d'autres depuis dix ans sur l'influence des décortications annulaires. Il en sera question plus loin. De ces études, il est déjà résulté des conséquences que la pratique pourra utiliser. Je vais les exposer sommairement.

Moyen de préserver les bois de la vermoulure.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1893).

Nouvelles recherches sur un moyen de préserver les bois de la vermoulure.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1898).

La vermoulure des bois, et notamment du bois de Chêne, est causée par de très petits insectes appelés *vrillettes*. J'ai reconnu que c'est l'amidon renfermé dans le bois qui les attire et que c'est pour ce motif que l'aubier de Chêne est attaqué, tandis que le duramen, qui n'est plus amylifère, est épargné. Si donc on pouvait faire disparaître l'amidon de l'aubier, celui-ci aussi serait préservé. On obtient ce résultat en enlevant un anneau d'écorce dans la partie supérieure du tronc d'un arbre. L'amidon se résorbe au bout d'un certain temps dans toute la région infra-annulaire. La disparition de l'amidon est plus rapide quand on pratique en outre une annélation au pied de l'arbre. Si cette opération est faite au printemps, la résorption est complète au mois d'octobre.

* * *

Influence de l'écorcement des arbres sur les qualités de leur bois.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France (session générale) (1894).

* * *

Recherches sur les sections de branches élaguées d'après le procédé de M. de Courval.

Revue des eaux et forêts (1868).

Ce procédé, vulgarisé par le comte de Cars, eut beaucoup de vogue vers 1860. Jusqu'en 1870, il fut employé couramment dans les forêts domaniales de Seine-et-Oise, Seine-et-Marne et de l'Oise. J'ai montré qu'il produisait de très mauvais résultats quand on l'appliquait aux grosses branches des Chênes. L'eau pluviale qui pénétrait sous les bourrelets y séjournait très longtemps, rendant humide le bois périphérique des surfaces de section, qui se décomposait au bout d'un certain temps. La pourriture finissait par s'étendre au tronc. Cette opération était d'ailleurs très coûteuse. On dépensait ainsi de grosses sommes pour arriver à gâter de beaux arbres. Mes prévisions ont été justifiées. Quand, quelques années plus tard, en 1874, M. Fautrat, mon collègue de Senlis, eut constaté que des pertes considérables avaient été subies de ce fait, le procédé fut abandonné radicalement; en quoi l'on a eu tort, car il aurait pu rendre des services si l'on avait cherché à le perfectionner en en restreignant l'application aux petites branches. C'est une question que j'ai l'intention de reprendre

* * *

De l'origine et du développement des bourgeons dormants dans les végétaux ligneux dicotylédones.

Bulletin de la Société Botanique de France (1872).

* * *

Sur la préparation des baliveaux de Chêne à l'aide des rejets de souche.

Revue des eaux et forêts (1886).

* * *

Avantages que présente l'écorcement sur pied.

Bulletin de la Société nationale d'Agriculture de France (1894).

CHAPITRE II

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE FORESTIÈRES

I

Influence du milieu sur la croissance des arbres.

De l'influence de l'ombre et de la lumière sur la structure, l'orientation et la végétation des aiguilles d'Épicéa.

Bulletin de la Société Botanique de France (1893).

* * *

Sur le dépérissement des cimes d'Épicéa.

Bulletin de la Société Botanique de France (1880 et 1883).

On remarque assez fréquemment des Épicéas dont la flèche et les branches supérieures se dessèchent et perdent leurs feuilles quand elles se trouvent ombragées par un autre arbre, voire par une branche, sans que cette branche les touche, même quand elle est agitée par le vent. J'ai reconnu que ce fait se présente principalement sur les arbres de bordure dont les rameaux du côté libre sont par conséquent bien éclairés. Il est très rare dans l'intérieur des massifs. J'ai été amené à l'attribuer à la grande différence d'éclairage de la flèche et des branches. Les aiguilles de la flèche, étant appliquées contre elle, ont besoin de beaucoup de lumière pour produire de l'amidon et ne fonctionnent

plus suffisamment dès qu'elles sont ombragées. Elles finissent par dépérir. Les branches, au contraire, dont les aiguilles horizontales sont mieux éclairées, restent vigoureuses et attirent les matières nutritives au détriment de la flèche et des branches de la couronne supérieure.

*
* *

Influence de l'exposition sur le développement des couches annuelles dans les Sapins.

Journal de Botanique (1888).

Ordinairement, les couches annuelles d'un arbre sont plus développées sur la face du tronc garnie de nombreuses et grosses branches et de fortes racines. Mais, d'autres facteurs peuvent intervenir pour modifier cet état de choses et entre autres l'exposition à l'ouest. J'ai constaté que, sur des Épicéas de lisière, les accroissements étaient bien moins larges sur le côté libre, exposé à l'ouest, que sur le côté opposé, bien que les branches et les racines y fussent plus développées. Il en était ainsi jusqu'à une certaine distance, dans l'intérieur du massif; la différence allait toutefois s'atténuant. J'ai attribué cet effet à l'action du soleil, trop ardent en été, qui ralentissait l'activité cambiale. C'est le côté opposé du tronc qui utilisait une partie de l'amidon formé par les branches insérées sur le côté libre. Sans doute aussi l'action du vent d'ouest jouait-elle un certain rôle.

*
* *

Influence de l'exposition sur l'accroissement des Sapins.

Journal de Botanique (1889).

Ce n'est pas seulement l'accroissement ligneux qui est ralenti par la chaleur résultant de l'exposition à l'ouest; le développement de l'écorce l'est aussi, mais à un moindre degré. Aussi le rapport corticoligneux est-il plus élevé sur la face du tronc tournée vers la lisière que sur la face opposée. En général, du reste, ce rapport augmente dans toutes les circonstances où l'accroissement ligneux diminue. On doit tenir compte de ce fait dans les expériences où il s'agit d'apprécier

l'effet d'une opération sur la croissance d'un arbre. L'écorce étant un déchet, on cherchera à l'atténuer le plus possible. Dans ce but, on maintiendra toujours les arbres en croissance active, on ombragera par un sous-bois le tronc des sujets de lisières, de ceux surtout qui sont situés sur des versants exposés à l'ouest.

*
* *

Recherches sur les causes d'excentricité de la moelle dans les Sapins.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1881).

Revue des eaux et forêts (1881).

II

Nutrition (Amylogenèse et réserve amylacée).

De la répartition de l'amidon dans les rameaux des plantes ligneuses.

Bulletin de la Société Botanique de France (1879).

Dans les jeunes rameaux (de un et deux ans), l'amidon se rend aux bourgeons, puis aux pousses en voie de développement, par la gaine amylacée (gaine libérienne) et la moelle annulaire. Les bourgeons, les feuilles et les jeunes pousses attirent l'amidon des organes plus âgés. En hiver, les tissus qui environnent les bourgeons sont amylifères. Les gros bourgeons et notamment le bourgeon terminal attirent plus l'amidon que les petits bourgeons axillaires et surtout les bourgeons dormants. On s'explique alors pourquoi le bourgeon terminal forme de plus grands rameaux que les bourgeons latéraux et pourquoi les bourgeons inférieurs restent à l'état dormant.

*
* *

Influence de quelques causes internes sur la présence de l'amidon dans les feuilles.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1891).

En voyant combien l'amylogenèse des feuilles est influencée par la chaleur et la lumière, on était disposé à croire que c'est dans le courant de l'été, quand ces facteurs agissent avec le plus d'intensité, que les feuilles doivent renfermer le plus d'amidon. Il est loin d'en être ainsi. J'ai examiné pendant toute une saison végétative des feuilles d'Épicéa, de Sapin et de Pin sylvestre, j'ai constaté qu'en avril et mai elles renferment de volumineux grains amylacés. C'est même l'époque où elles en sont le plus remplies, parce que ces grains ne sont pas encore employés à la formation des pousses. La dépense est nulle. En mai et juin, l'amidon est plus rare dans les feuilles, parce que les nouvelles pousses et le cambium l'utilisent. La recette n'est plus que légèrement supérieure à la dépense. Dans les jours sombres, elle peut même lui être inférieure. Du 15 août au 15 septembre, l'amidon est parfois plus abondant qu'en été, parce que la dépense est de nouveau nulle, mais il l'est moins qu'au début du printemps. En voyant qu'à cette époque, alors que la température est souvent très basse en montagne et la lumière faible, les feuilles de ces arbres sont plus riches en amidon qu'à l'automne, où la chaleur et la lumière sont souvent encore assez intenses, on est porté à penser que ce phénomène, comme bien d'autres, est soumis à une périodicité due à des causes internes.

***

Répartition hivernale de l'amidon dans les plantes ligneuses.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1891).

Des variations qu'éprouve la réserve amylacée des arbres aux diverses époques de l'année.

Bulletin de la Société Botanique de France (1898).

On croyait que l'amidon fabriqué par les feuilles des arbres au cours d'une saison végétative s'accumule en automne dans les tissus de réserve et y séjourne pendant l'hiver pour servir au printemps à l'évolution des nouvelles pousses.

Les choses ne se passent pas ainsi. Du mois de septembre à la fin de décembre, l'amidon disparaît peu à peu du bois et du liber (rameaux et tronc) dans les essences à faible réserve. Cette disparition est le résultat

à la fois d'une résorption, d'une transformation et d'une migration vers les racines. Jusqu'au mois de mars, on n'en trouve plus que dans la souche et les racines. Dans les essences à réserve amylacée abondante (Chênes, Hêtres), le bois en renferme encore en hiver, mais moins qu'en été; le liber n'en a plus. Au mois d'avril, l'amidon se forme dans l'écorce verte des jeunes rameaux et se répand dans la partie plus âgée des branches ainsi que dans le tronc. C'est cet amidon de nouvelle formation qui sert au développement des nouvelles pousses dans les essences dont les réservoirs amylifères sont vides en hiver. Ils se remplissent de nouveau au début du printemps pour se vider de nouveau au commencement de juin. Il y a donc ainsi par année deux maxima et deux minima.

III

Développement et structure des couches d'accroissement.

Réveil et extinction de l'activité cambiale dans les arbres.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1892).

Bulletin des séances de la Société des sciences de Nancy (1892).

Parmi les nombreuses questions que soulève l'étude de l'activité cambiale des arbres, il en est une particulièrement intéressante : c'est celle qui est relative à la marche de son réveil et de son extinction périodiques. J'ai reconnu qu'en général il y a dans le réveil de l'activité cambiale d'un arbre au printemps plusieurs foyers simultanés, correspondant aux points où la nutrition est le plus active : bas du tronc, renflement des grosses branches, extrémité des rameaux; puis l'activité cambiale se réveille entre ces foyers. Les branches basses entrent en activité un peu plus tard que les branches supérieures. Dans les racines, le réveil est encore plus tardif, débutant par les plus grosses. Il est donc basifuge dans les racines, tandis que dans les branches et le tronc il est à la fois basipète et basifuge. A l'automne, l'activité cambiale s'éteint dans les branches avant de s'éteindre dans le tronc, et de l'extrémité vers la base; c'est dans la souche qu'elle persiste en dernier lieu. Elle s'éteint dans les petites racines avant de le faire dans les grosses. On peut dire

d'une manière générale que c'est dans les régions les mieux alimentées que l'activité cambiale se réveille le plus tôt et s'éteint le plus tard.

* * *

Bois de printemps et bois d'automne.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1892).

Dans les essences feuillues à gros vaisseaux, et notamment dans les Chênes, on appelle bois de printemps la zone constituée par ces gros vaisseaux ainsi que par du parenchyme ligneux, et bois d'automne celle qui est surtout formée de fibres. Dans les conifères, on réserve le nom de bois d'automne au liséré brun qui borde extérieurement chaque couche. J'ai remarqué que dans la partie aérienne d'un arbre, la croissance des couches est terminée vers le 15 septembre ; le nom de bois d'été conviendrait donc mieux que celui de bois d'automne, puisque c'est en été qu'il se forme. Dans les Chênes, la zone à gros vaisseaux est terminée vers le 15 juin ; par conséquent le terme de bois de printemps est bien approprié. Dans les résineux, le bois d'été ne devrait pas comprendre seulement le liséré brun dont il vient d'être parlé, car ce liséré ne se forme guère qu'à partir du 15 août, mais encore une portion plus interne caractérisée par une coloration intermédiaire entre celle du bois de printemps et celle du liséré. Le bois d'été devrait commencer à l'endroit où les trachéides à section rectangulaire font place aux trachéides à section carrée. — La structure des zones de printemps et d'été ne dépend de ces saisons qu'indirectement et seulement parce que la nutrition est différente à ces deux époques. On peut expérimentalement obtenir du bois d'été au printemps et du bois de printemps en été et même en automne.

* * *

Sur les causes de variation dans la densité des bois.

Bulletin de la Société Botanique de France (1892).

* * *

De la formation du bois rouge dans le Sapin et l'Épicéa.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1887).

Les branches des conifères ont en général la moelle excentrique, les couches d'accroissement étant plus larges sur la face inférieure. J'ai constaté qu'à cette dissymétrie correspond une différence de structure : le bois de la face inférieure a une teinte ocreuse, sa densité et sa dureté sont plus grandes. Les trachéides qui le composent sont arrondies, ont des parois plus épaisses et un lumen plus étroit que les trachéides de la face supérieure. Elles sont aussi plus imprégnées de tanin et de résine. Ce bois rouge se remarque aussi dans le tronc des Conifères, chaque fois que, par suite de croissance inéquilatérale, il y a excentricité de la moelle, quelle que soit du reste la cause qui l'ait provoquée. On l'observe surtout dans les cas de courbure géotropique, tels que redressement de troncs affaissés par la neige, redressement des branches supérieures, à la suite des ruptures de flèches. Le bois rouge est toujours le résultat d'un excès de nutrition sur ce point. Malgré le grand développement des couches sur ce point, les éléments épaississent énormément leurs parois, car l'activité du cambium ne peut suffire à employer à la formation de trachéides normales la grande quantité de matériaux plastiques qui lui arrivent.

IV

Duraminisation des bois.

Recherches sur la formation du bois parfait.

Bulletin de la Société Botanique de France (1887).

La Société nationale d'Agriculture a décerné à M. Mer une médaille d'argent pour ce mémoire en 1887.

Nouvelles recherches sur la formation du bois parfait.

Bulletin de la Société Botanique de France (1895).

Sur la formation du duramen dans les essences feuillues.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1896).

Le bois parfait.

Annales des Sciences Naturelles (Botanique) (1898).

De la formation du bois gras dans le Sapin et l'Épicéa.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1887).

Le duramen est la partie centrale du tronc et des branches d'arbres parvenus à un certain âge. Il se distingue de l'aubier ou bois périphérique par une coloration plus foncée et une supériorité de propriétés physiques et mécaniques; ce qui lui fait donner aussi le nom de *bois parfait.* C'est principalement dans les Chênes rouvre et pédonculé que j'ai étudié la formation du duramen. Il diffère de l'aubier par l'absence d'amidon, une plus grande richesse en tanin et la formation de thylles dans les vaisseaux. J'ai reconnu que quand une couche d'aubier se duraminise, l'amidon des cellules ligneuses et radiales est remplacé par du tanin en solution qui, peu à peu, quitte l'intérieur de ces éléments pour se fixer sur leurs parois et principalement sur celles des fibres. L'amidon de la région moyenne de l'aubier se rend aussi dans la couche en duraminisation et, de cet excès d'amidon, résulte la formation des thylles. Je suis arrivé du reste à provoquer expérimentalement l'apparition des thylles dans l'aubier. Il suffit pour cela d'écorcer annulairement un Chêne; l'amidon s'accumule dans la région supra-annulaire et des thylles se forment. C'est à la fois l'imprégnation des fibres ligneuses par le tanin et le remplissage des vaisseaux par les thylles qui donnent au duramen ses principales propriétés : incorruptibilité et dureté.

V

Conséquences des décortications annulaires.

Influence des décortications annulaires sur la végétation des arbres.

Bulletin de la Société Botanique de France (1892).

Depuis 1888, je poursuis des recherches, tant dans la forêt domaniale de Champenoux que dans celle de Gérardmer, sur les effets des décortications annulaires, ou annélations. Plus de 250 arbres de tous âges, de toutes dimensions, appartenant à plusieurs essences, ont été ainsi opérés aux diverses époques de l'année et en diverses régions du tronc. Ces expériences m'ont donné des résultats intéressants, non seulement

au point de vue de la physiologie des arbres, mais encore à celui des applications qui en découlent. — J'ai étudié les conséquences de cette opération : 1° sur la vitalité des arbres; 2° sur la répartition de l'amidon, du tanin, de l'eau et des substances albuminoïdes; 3° sur la formation des couches d'accroissement. Parmi les faits les plus saillants constatés sur le chêne, je citerai : la disparition de l'amidon de la région infra-annulaire, son accumulation, au contraire, dans la région supra-annulaire, la formation de thylles dans l'aubier de cette région ainsi qu'à la surface du bois écorcé, l'arrêt de l'activité cambiale au-dessous de l'anneau, son excitation au-dessus, et enfin la cause de la mort de l'arbre, qui est différente pour les essences pourvues d'un duramen bien caractérisé et pour celles qui n'en ont qu'un peu distinct. Ainsi, dans le chêne, le dépérissement survient, alors que les racines sont encore remplies d'amidon et en état de fonctionner. Elle est due à ce que l'eau ne peut plus s'élever que difficilement dans l'aubier desséché et dont les vaisseaux sont obstrués par des thylles. Dans le Hêtre, l'aubier, qui a une grande épaisseur, se dessèche bien à la périphérie sur 2 à 3 centimètres, mais cette couche remplaçant alors l'écorce, protège l'aubier interne contre la dessiccation. L'eau continue donc à s'élever longtemps par ce tissu et la cime ne meurt que quand les racines, ayant à leur tour et après le tronc, épuisé leur réserve amylacée, sont hors d'état de remplir leurs fonctions et en voie de dépérissement.

CHAPITRE III

PATHOLOGIE FORESTIÈRE

I

Maladies causées par les influences climatériques.

Le roussi des feuilles de Sapin.

Bulletin de la Société Botanique de France (1893).

Au printemps 1892, on remarquait dans les sapinières des Vosges une grande quantité de rameaux de Sapin dont les feuilles étaient rousses et desséchées, principalement sur les pousses de l'année précédente. Je me suis assuré qu'il ne s'agissait pas d'une affection parasitaire causée par un champignon. Mes observations m'ont amené à attribuer cet effet à un retour de froid qui s'était produit du 15 au 25 avril, après une période de chaleur qui avait commencé le 20 mars. Ces feuilles étaient en effet remplies d'amidon, ce qui prouvait d'abord qu'elles avaient été détruites brusquement, puis qu'elles l'avaient été au printemps, car les feuilles de Sapin sont dépourvues d'amidon en hiver et ne commencent à en former que vers le 15 mars. C'est sans doute parce qu'elles se trouvaient en activité végétative qui n'était, à la vérité, décelée par rien à l'extérieur, qu'elles avaient été plus sensibles au froid, car, à l'état de repos hivernal, elles résistent à des températures bien plus basses.

*
* *

Influence de l'état climatérique sur la croissance des Sapins.

Comptes rendus de l'Academie des sciences (1895).

Journal de Botanique (1895).

L'influence de l'état climatérique sur la croissance des arbres est restée longtemps bien obscure. La grande sécheresse du printemps et de l'été 1893 ont exercé un ralentissement manifeste sur la croissance du sapin des Vosges. La couche ligneuse de cette année n'a atteint qu'une largeur égale aux deux tiers ou aux trois quarts de celle des dix années précédentes. La longueur des flèches et des pousses terminales a varié entre les deux tiers et le quart de ce qu'elle avait été dans la même période. — L'abaissement de température peut produire des effets analogues, ainsi que je l'ai signalé dans mon mémoire : *Moyen d'activer l'allongement des jeunes Sapins.* Le mois de juillet 1888 a été très pluvieux dans les Vosges et, par suite, très froid. Il en est résulté un notable ralentissement dans la production ligneuse, mais qui a porté principalement sur l'accroissement diamétral, parce que l'évolution des pousses était presque terminée. — Des conditions météorologiques analogues, quoique moins accusées, peuvent produire, à un moindre degré, de semblables effets. Ainsi, les couches d'accroissement de 1894 et 1896 sont plus faibles, parce que les étés de ces deux années ont été pluvieux et froids, mais moins que celui de 1888. Il sera nécessaire de tenir désormais compte de ces faits dans l'interprétation des résultats que fournissent les expériences.

*
* *

Du ralentissement prolongé des fonctions végétatives causé par le froid sur les organes à l'état d'hibernation.

Bulletin du ministère de l'Agriculture (1897).

Les grands froids du mois de février 1895 ont produit, dans quelques situations, sur les jeunes Sapins des Vosges, des effets remarquables, et que n'avait pas produits l'hiver rigoureux de 1879-1880. Sans parler des jeunes arbres qui ont entièrement péri, il en est un certain nombre

dont les branches, situées un peu au-dessus de la couche de neige, ont été détruites. Mais ce qu'il y eut de curieux, c'est que, sur beaucoup de Sapins, les bourgeons latéraux restèrent à l'état dormant pendant un ou deux ans et n'évoluèrent qu'en 1896 et 1897, tandis que le bourgeon terminant la flèche se développait dès l'été de 1895. Parfois cependant ce dernier resta aussi une année sans former de pousse. Le froid avait donc produit sur ces organes une sorte de léthargie prolongée, les bourgeons vigoureux étant plus réfractaires que les autres à cette action.

*
* *

La lunure du Chêne.

Bulletin de la Société des sciences de Nancy (1896).

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1896).

On désigne sous ce nom des anneaux de bois situés dans le duramen des Chênes et qui s'en distinguent par une coloration plus pâle et des propriétés voisines de celles de l'aubier. D'après l'examen que j'ai fait de ce tissu, il est intermédiaire entre l'aubier et le bois parfait, renfermant moins d'amidon que le premier et moins de tanin que le second. Les vaisseaux sont dépourvus de thylles. Le bois luné a donc été le siège d'une duraminisation incomplète. La lunure peut être définie une maladie qui a pour effet d'entraver la transformation de l'aubier en duramen et d'en provoquer le dépérissement à un stade plus ou moins avancé de cette transformation. — Cette maladie est causée par les périodes de grands froids. Les hivers de 1709, 1794, 1829 et l'hiver rigoureux et prolongé de 1879-1880 ont été remarquables par les lunures qu'ils ont produites. J'ai constaté que le dernier a causé des lunures non seulement dans les Chênes, mais dans plusieurs autres essences (Frêne, Orme, etc.), même sur de jeunes sujets. On peut dire que la plupart des arbres ont été à cette époque atteints de lunures, que l'on commence seulement à apercevoir et dont les effets désastreux se manifesteront par la suite. Le bois luné s'altère en effet lentement après sa mort, son tanin s'oxyde et le bois devient roux (lunure rousse).

II

Déformations causées par les traumatismes.

1890 — *Des modifications de structure et des altérations de tissus consécutives aux lésions du tronc des arbres.*

La Société nationale d'agriculture a décerné en 1890 une médaille d'or à ce mémoire resté manuscrit.

III

Maladies causées par les parasites animaux

La Grapholitha tedella.

Journal de l'Agriculture (1892).

Revue des eaux et forêts (1892).

A l'automne 1891, les Epicéas des Hautes-Vosges ont été envahis par la *Grapholitha tedella*, petite larve qui s'introduit dans les aiguilles d'épicéa et en ronge le parenchyme, ne laissant que l'épiderme. J'ai étudié les diverses phases de cette attaque et fait connaître des particularités qui n'avaient pas encore été signalées, notamment en ce qui concerne les effets de ce parasitime sur les Épicéas. Comme tous les insectes qui attaquent les feuilles à l'automne, la *Grapholitha tedella* est moins dangereuse que ceux qui les dévorent au printemps, parce que les bourgeons sont respectés. Les pousses des deux ou trois années suivantes sont seulement plus petites. J'ai remarqué que les automnes secs sont favorables à l'extension de ce parasite; les pluies qui sont tombées à l'automne 1892 l'ont fait disparaître pour plusieurs années. Il a reparu pendant l'automne sec de 1898.

* * *

Le brunissement de la partie terminale des feuilles de Sapin.

Bulletin de la Société Botanique de France (1893).

IV

Maladies causées par les parasites végétaux.

Particularités de végétation que présentent dans les Vosges les Hypoderma nervisequium *et* macrosporum, *ainsi que le* Chrysomixa Abietis.

Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Paris (1890).

L'*Hypoderma nervisequium* n'envahit pas dans les Hautes-Vosges les branches entières de Sapin, comme cela se remarque en Allemagne, mais seulement des feuilles isolées qui se distinguent par une teinte jaune paille caractéristique. Ces feuilles portent tantôt des spermogonies seulement, mais le plus souvent des spermogonies et des périthèces. Elles envahissent de préférence les feuilles peu vigoureuses, telles que celles des branches basses et des sujets dominés.

L'*Hypoderma macrosporum* attaque au contraire presque toutes les aiguilles d'une même branche. Elles se distinguent au printemps par leur teinte brune. Les spermogonies se forment dans le courant de l'été et les périthèces un peu plus tard. A l'automne, ces feuilles sont grises et encore amylifères, ce qui est caractéristique. Les thèques ne mûrissent qu'au printemps suivant, époque à laquelle se disséminent les spores. Les aiguilles fructifères restent longtemps encore adhérentes au rameau. Celles qui ne portent que des spermogonies tombent le plus souvent en automne.

Quant à la forme décrite par R. Hartig sous le nom de *Nadelschütte*, je ne l'ai pas observée dans les Vosges et je me demande s'il n'a pas confondu, comme je l'ai fait moi-même quelque temps, cette maladie avec celle dont il va être question.

* * *

La défoliation des branches basses d'Epicéas.

Bulletin de la Société Botanique de France (1893).

Cette affection diffère à plusieurs égards de celle qui est causée par

l'*H. macrosporum*. Elle se développe au printemps et en été, causée par un parasite qui pénètre dans les aiguilles par les stomates.

Il se produit dans l'aiguille des anneaux d'un vert pâle, qui jaunissent ensuite et finissent par brunir. C'est seulement à cet état que le parenchyme est entièrement envahi par le mycélium. La chute des feuilles se produit après leur brunissement complet, à partir de l'automne. J'ai repris en 1898 l'étude de cette maladie et j'ai reconnu que son allure varie dans diverses circonstances. Ainsi, dans les jeunes plants trop serrés, les aiguilles commencent à jaunir à l'automne. La décoloration s'accentue au printemps suivant; elles restent jaunes tout l'été, brunissent à l'automne et tombent l'année suivante. Dans ce cas, la maladie dure donc dix-huit mois. C'est seulement aux mois de novembre et décembre 1898 que j'ai trouvé les fructifications de ce parasite qui m'avaient échappé jusque-là. Il n'est pas encore déterminé, mais il appartient aux Thécasporées, ayant périthèces et spermogonies bien caractérisés. J'ai rencontré cette maladie non seulement dans les Vosges, mais en plaine, aux environs de Nancy, de Thionville et de Langres. Elle affecte en général les aiguilles peu vigoureuses, celles des branches basses des grands arbres ou toutes les aiguilles des jeunes plants dont la végétation est languissante, par suite d'un état trop serré, par exemple, auquel cas il suffit, comme je l'ai reconnu, de les desserrer pour faire disparaître le mal.



Le balai de sorcière du Sapin.

Bulletin de la Société Botanique de France (1893).

Cette déformation de certains rameaux de sapin, caractérisée par une hypertrophie de l'organe et une multiplication des pousses secondaires, est causée par un champignon l'*Æcidium elatinum*. J'ai étudié et décrit les particularités nombreuses que présentent les pousses atteintes, suivant que leur développement se fait aussi vite ou plus rapidement que celui du parasite. J'ai fait connaître la structure des feuilles caduques du balai de sorcière et de l'axe qui les porte, enfin celle de la tumeur basilaire qui, en s'accroissant, forme le chaudron.

***

Le chaudron du Sapin.

Revue générale de Botanique (1894).

Le chaudron provient soit de la tumeur basilaire du balai de sorcière, soit de l'infection directe d'une branche ou du tronc. Sa structure est caractéristique. J'ai reconnu que les couches d'accroissement dont il est formé sont plus larges que des couches normales, ayant un contour sinueux et englobant dans leurs sinus des fragments d'écorce. La forme, la direction et la disposition des trachéides sont différentes; en outre, il apparaît des éléments anormaux (poches résineuses et parenchyme amylifère). Le bois est plus riche en résine et en tanin. L'écorce et le liber acquièrent une épaisseur inusitée. Le cambium finit par être détruit sur certains points et le chaudron se décortique partiellement d'abord, puis totalement, ce qui entraîne la mort de l'arbre. Le bois du chaudron, exposé aux influences atmosphériques dès le début de la décortication, ne tarde pas à s'altérer.

***

Description d'une maladie nouvelle des rameaux de Sapin.

Bulletin de la Société Botanique de France (1890).

Recherches sur la maladie des branches de Sapin causée par le Phoma abietina.

Journal de Botanique (1893).

R. Hartig a décrit très sommairement en 1889, dans son « Manuel sur les maladies des arbres », une maladie des rameaux de Sapin, caractérisée par le desséchement de toute la partie terminale située au delà d'une certaine région envahie par le parasite. Il en résulte une décortication annulaire. Depuis deux ans, j'étudiais cette maladie. Quelques mois après Hartig, au commencement de 1890, et ignorant son travail, j'ai publié mes recherches, en la décrivant d'une manière plus complète que ne l'avait fait Hartig. Je continuai à l'étudier, car bien des points restaient encore obscurs. Trois ans après, j'ai donné sur sa marche et ses effets des détails plus complets. J'ai signalé notamment l'époque de l'année à

laquelle le parasite contamine les branches et le temps qui s'écoule entre le moment de l'infection et leur dépérissement.

***

Sur une nouvelle maladie des feuilles de Mélèze.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1895).

J'ai remarqué, d'abord aux environs de Nancy, puis dans les Vosges, une maladie des feuilles de Mélèze qui n'avait pas encore été signalée. Les feuilles jaunissent au printemps ou dans le courant de l'été, puis tombent successivement jusqu'à l'arrière-automne. Cette maladie est causée par un champignon parasite dont les filaments mycéliens remplissent le parenchyme de la feuille et dont les fructifications, sous forme d'appareils sporifères, font saillie par les stomates de la face inférieure, principalement de chaque côté de la nervure. J'ai remis des échantillons de jeunes mélèzes contaminés à M. Vuillemin, qui a étudié d'une manière plus approfondie ce parasite, auquel il a trouvé des caractères assez particuliers pour en faire un genre auquel il a donné, en me le dédiant, le nom de *Meria Laricis*.

DEUXIÈME PARTIE

AGRICULTURE

I

Exploitation des prairies.

Notice sur les travaux d'amélioration exécutés à la ferme de Longemer.

Bulletin de la Société d'émulation des Vosges (1882).

Les prairies de la ferme de Longemer sont situées sur une moraine terminale de l'ancien glacier de Hohenek. Elles comprennent deux sortes de terrains : 1° les parties élevées sont formées d'alluvions granitiques remaniées par les eaux; la terre végétale, composée de sable ocreux, humifère, n'a qu'une épaisseur moyenne de $0^m,15$; 2° les parties basses sont occupées par de la tourbe plus ou moins altérée, reposant sur du sable argileux. Ces prairies n'étaient fauchables que par places, le sol en était inégal et la terre végétale renfermait de nombreux galets de diverses grosseurs. Je fis retourner à la charrue les parties élevées pour en aplanir la surface. Dans les raies, les pierres furent déterrées au pic; elles étaient si nombreuses qu'après leur extraction elles couvraient les tranches de gazon rejetées par le versoir. Elles furent utilisées à la création de plusieurs chemins ou disposées sur les bords du lac. Avant de remettre ces terres en prairies, il fallait détruire l'ancien gazon. Dans ce but, le sol fut livré pendant plusieurs années à des cultures alternatives de pommes de terre, seigle et avoine. Les tourbières furent assainies et nivelées, les bruyères arrachées

Au bout de cinq à six ans, les terres cultivées furent remises en prairies, l'exploitation des herbages étant seule possible dans les Hautes-Vosges, à cause de la rigueur du climat. D'autre part, les fourrages, faute de débouchés avantageux, devant être consommés sur place, il en résulte qu'un nombreux bétail est nécessaire et que les déjections animales doivent toutes être répandues en couverture sur les prairies.

* * *

L'ensilage de l'herbe de prairie.

Journal de l'Agriculture (1886).

Nouvelles recherches sur l'ensilage de l'herbe de prairie.

Journal de l'Agriculture (1888). Médaille d'argent décernée pour ce mémoire par la Société nationale d'Agriculture.

L'ensilage de l'herbe de prairie.

Journal de l'Agriculture (1889).

La compression des fourrages partiellement desséchés.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France (1891).

Influence de la teneur en eau sur la qualité des fourrages ensilés.

Journal de l'Agriculture (1897).

Le climat des Vosges est très humide et la fenaison souvent contrariée par des pluies abondantes et prolongées, ce qui rend la récolte des foins difficile et onéreuse. Aussi, après la période de culture transitoire dont j'ai parlé, n'hésitai-je pas à essayer, dès 1885, l'ensilage de l'herbe de prairie. Cette question avait pour moi un intérêt capital; aussi l'ai-je étudiée pendant plusieurs années, comme on peut en juger par les nombreuses communications que j'ai faites sur elle. A cette époque, elle était loin d'être connue, et j'ai été témoin, aux environs de Nancy notamment, de bien des insuccès qui ont découragé les agriculteurs. Mes débuts ne furent pas heureux. On croyait alors qu'il est possible de remplir des silos avec de l'herbe ruisselante d'eau, on le conseillait même. C'est ce que je fis tout d'abord et je ne tardai pas à m'en

repentir, car j'obtins un produit nauséabond, que le bétail n'acceptait qu'avec répugnance, nuisible même quand on le distribuait en trop grande quantité, et qui communiquait au lait et au beurre une odeur et un goût fétides. Il s'était établi dans le fourrage une fermentation butyrique. Depuis lors, j'ai reconnu qu'il en est toujours ainsi quand on ensile de l'herbe mouillée. J'ai été amené par mes nombreuses recherches à constater que, suivant la teneur en eau de l'herbe qu'on ensile, il se produit trois sortes de fermentations donnant naissance à des produits d'odeurs, de couleurs, et, par suite, de compositions différentes :

1° Quand l'herbe renferme moins de 70 p. 100 d'eau, le produit est brun foncé, à odeur aromatique prononcée. Il est très apprécié par le bétail. Je l'ai appelé ensilage de première sorte.

2° Quand l'herbe renferme de 70 à 80 p. 100 d'eau, le produit est brun clair, à odeur acide, exhalant même, parfois, une très légère odeur d'acide butyrique. Le bétail le consomme encore volontiers, mais moins avidement que le premier (ensilage de seconde sorte).

3° Quand on ensile de l'herbe ayant plus de 80 p. 100 d'eau, le produit a une coloration vert-olive, noirâtre par places. Il exhale une odeur très accentuée d'acide butyrique qui s'attache aux vêtements et se répand au loin. Le bétail ne l'accepte qu'avec répugnance. C'est de l'ensilage de troisième sorte. On obtient le premier produit en ensilant de l'herbe peu aqueuse, soit par suite de l'espèce (graminées), soit parce qu'elle s'est développée par un temps sec, soit parce qu'elle est très mûre, soit enfin parce qu'elle a été légèrement fanée. On obtient le second produit en ensilant de l'herbe fraîchement coupée, n'étant ni mouillée ni séchée, et le troisième en ensilant de l'herbe très aqueuse et surtout de l'herbe mouillée.

Ces faits furent contestés longtemps. Voici pourquoi : les personnes qui ensilent sont généralement de grands propriétaires habitant la plaine et ayant des silos de vastes dimensions. Leurs fourrages sont moins riches en eau que ceux des Hautes-Vosges, tant à cause des espèces qui les composent que de la moindre humidité du climat. Enfin, les jours pluvieux sont moins nombreux pendant la fenaison. Il en résulte que ces silos, restant en remplissage durant plusieurs semaines, les couches mouillées sont plus ou moins mélangées à celles qui ne le sont pas et que la teneur en eau du mélange est généralement infé-

rieure à 80 p. 100. Mais, même dans ces silos, il y a, comme je m'en suis assuré, des taches franchement butyriques.

Mes observations et les conséquences qui en découlent sont donc surtout utiles aux petits ensileurs et principalement à ceux qui habitent les contrées montagneuses à climat humide. S'ils remplissent en quelques jours leurs silos avec de l'herbe mouillée, ils sont certains d'avoir un mauvais fourrage. C'est donc à eux que je recommande de n'ensiler que par les temps couverts et non par la pluie. Qu'ils ensilent de l'herbe fraîche, ils obtiendront ainsi de l'ensilage de seconde sorte, préférable à celui de première sorte, parce qu'il ne se couvre jamais de moisissures sur les surfaces de section, ce qui est indispensable pour la petite culture. Grâce à ces précautions, la pratique de l'ensilage arrivera à se vulgariser, ce qu'elle n'a pas fait jusqu'ici.

***

De l'utilisation des sous-produits ligneux pour l'alimentation du bétail.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1894).

Bulletin de la Société nationale d'Agriculture (1894).

De l'alimentation du bétail par les fourrages ligneux.

Bulletin de la Société des Agriculteurs de France (1894).

La récolte des fourrages ligneux.

Journal de l'Agriculture (1894).

On se rappelle combien ont été nombreuses les recherches relatives à la consommation des fourrages ligneux pendant l'été de 1893 et l'hiver suivant. A mon double titre de forestier et d'agriculteur, j'étais intéressé à en entreprendre aussi de mon côté. Je me suis attaché surtout à utiliser les sous-produits des forêts (plantes basses, arbustes, arbrisseaux), et j'ai constaté les faits suivants : la récolte de ces sous-produits doit se faire du 1er août au 15 septembre. Avant cette date, l'exploitation des ramilles nuirait beaucoup aux arbrisseaux, sans que la teneur en azote fût sensiblement plus forte. Au delà, cette teneur diminue beaucoup. Les feuilles mortes, récemment tombées et récoltées en bon

état, constituent un fourrage supérieur à la paille et, mélangées avec des betteraves hachées, sont acceptées par le bétail.

Les pousses de l'année doivent seules être coupées. Elles sont d'autant plus riches en matières protéiques qu'elles sont plus vigoureuses. Aussi les rejets de souches sont-ils encore plus riches. La récolte en est aussi plus commode, mais d'autre part les tiges sont plus grosses et par suite plus difficilement consommées. Comme les feuilles des rejets ont de grandes dimensions et une teneur en azote supérieure à celle des légumineuses (4 p. 100 pour celles d'aune), il y aurait avantage à ne récolter que les feuilles, opération qui ne serait pas trop dispendieuse.

Les années 1894 et suivantes ayant été productives en fourrage, les ramilles ont été bien abandonnées pour deux raisons. Quand le foin est à bon marché, la récolte est coûteuse, même dans les meilleures conditions. De plus, elle ne saurait s'effectuer d'une manière suivie, sans nuire à la vitalité des arbres et arbustes. De mes études sur la question, il ressort que, pour obvier à ces deux inconvénients, il faudrait disposer régulièrement en lignes des plantations d'essences donnant de vigoureux rejets (Peuplier, Coudrier). On couperait chaque année les rejets, comme on le fait dans les oseraies, pour n'en prendre que les larges feuilles. Mais il faudrait répandre de temps à autre du fumier ou du terreau entre les lignes, l'enterrer à la charrue et donner des binages à l'aide du scarificateur. C'est alors seulement qu'on aurait de véritables prairies aériennes à rendement constant, qui présenteraient l'avantage d'utiliser des terrains médiocres et de donner des produits, même dans les années sèches.

***

De l'action des sels de chaux et de potasse sur la végétation des prairies.

Annales agronomiques(1895).

Les prairies tourbeuses des Hautes-Vosges peuvent-être mises en valeur, après assainissement, par l'emploi de cendres de bois répandues en couverture, à la faible dose de 1.200 kilogrammes par hectare. Comme ces sols sont stériles et ne renferment pas de nitrates, on doit en conclure que les cendres n'agissent pas seulement par la chaux et la potasse qu'elles contiennent, mais qu'elles mobilisent encore l'azote. Dans les prés granitiques, cet engrais est bien moins efficace : les effets

varient du reste beaucoup avec les années et les localités. Et cependant ces sols sont très humifères, car ils renferment jusqu'à 0,006 d'azote. En comparant les résultats produits par les cendres sur ces deux terrains, on est amené à penser que si les cendres agissent beaucoup moins sur les alluvions granitiques, c'est parce qu'elles ne renferment pas encore assez d'humus.

Ces faits sont loin de justifier l'opinion accréditée que les prairies permanentes renferment toujours un excès de matières organiques et qu'on doit éviter d'y répandre du fumier. L'emploi des déjections animales usité de temps immémorial dans les prairies montagneuses des Vosges, du Jura et des Alpes et les excellents résultats qu'on en obtient, prouvent que cette opinion n'est nullement justifiée. Cet heureux effet du fumier sur les prairies n'est, du reste, pas spécial aux prairies de montagne. Je l'ai constaté en plaine et notamment dans une ferme que je possède en Haute-Marne.

II

Économie du bétail.

A la suite de divers essais, j'ai reconnu que le climat des Hautes-Vosges est trop rigoureux pour qu'il soit avantageux d'y élever du bétail. Il est préférable de se borner à engraisser des vaches laitières à l'aide d'une alimentation intensive, ce qui permet en même temps d'obtenir une grande production de lait. Dans une région où la culture des racines fourragères est impossible, et où le foin constitue le seul aliment *grossier*, j'arrive à un excellent résultat en lui adjoignant une forte ration (3 à 4 kil.) par jour de tourteaux exotiques (arachides décortiquées principalement). J'ai été ainsi amené à étudier l'action des tourteaux sur la production du lait.

Circonstances dans lesquelles les tourteaux augmentent la production du lait.

Journal de l'Agriculture (1888).

J'ai reconnu que la consommation des tourteaux n'augmente pas la sécrétion lactée des vaches qui ont fraîchement vêlé. Cette sécrétion

dépend de la constitution individuelle. J'ai constaté aussi que le lait n'est pas plus riche en crème. Le principal avantage résultant de l'emploi des tourteaux est le prolongement de la période de lactation, ainsi que le soutien du rendement en lait. Une vache bien alimentée, et par là j'entends une vache recevant la proportion voulue d'aliments concentrés, continue à donner sensiblement la même quantité de lait pendant de nombreux mois. Ainsi, il arrive assez souvent qu'une vache qui, après vêlage, donne 14 litres par jour, fournit encore, si elle n'engraisse pas trop vite, 8 à 9 litres au bout de 15, 18 et même 20 mois; ce qui établit une moyenne journalière de 10 à 11 litres.

De l'influence de la multiplicité des traites sur la quantité de lait obtenue et sur sa qualité.

L'Industrie laitière (1884).

Certains auteurs ont recommandé de procéder à trois traites par jour, soutenant que la quantité de lait est ainsi accrue et sa qualité améliorée. Je n'ai pas constaté semblables résultats dans des expériences faites à diverses époques, les dernières en 1894. Le lait n'est ni plus abondant ni plus riche quand on pratique trois traites par jour.

III

Industrie laitière.

De la confection des fromages à pâte molle à l'aide du lait partiellement écrémé.

L'Industrie laitière (1884).

Recherches sur les améliorations à apporter à la fabrication du fromage des Vosges.

L'Industrie laitière (1887).

Recherches relatives à l'influence de la température sur la quantité d'eau renfermée dans les fromages à pâte molle.

Journal de l'Industrie laitière (1893).

Il ne suffit pas, dans une exploitation herbagère, d'augmenter le rendement des prairies et la production laitière. Il faut encore perfectionner les produits de laiterie, afin de retirer du litre de lait la valeur maxima. La confection des fromages est la principale ressource des fermes pastorales des Hautes-Vosges. J'ai reconnu que la fabrication du géromé et du munster est peu rémunératrice, parce que ces produits, d'une odeur et d'un goût trop prononcés, résultat d'une maturation poussée trop loin, ne sont guère consommés que par la classe ouvrière des villes. En modifiant certains procédés de fabrication, je suis arrivé à produire un fromage spécial, d'assez petites dimensions (250 grammes), conservant assez d'humidité pour que l'affinage en soit rapide, et acquérant une finesse de goût qui le fait apprécier de la clientèle bourgeoise. Je me suis débarrassé de tous les intermédiaires pour entrer directement en relations avec les détaillants. Aussi je retire du litre de lait employé à la fabrication de ces fromages près de 25 centimes, alors que, dans le pays, il en rapporte à peine 12.

TROISIÈME PARTIE

BOTANIQUE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE VÉGÉTALES

I

Phénomènes de nutrition.

La glycogénèse dans le règne végétal.

Bulletin de la Société Botanique de France (1873 et 1875).

Recherches sur la végétation des feuilles détachées du rameau.

Bulletin de la Société Botanique de France (1875).

Des phénomènes nutritifs qui précèdent ou accompagnent le dépérissement et la chute des feuilles.

Bulletin de la Société Botanique de France (1876).

De la constitution et des fonctions des feuilles hivernales.

Bulletin de la Société Botanique de France (1876).

Recherches sur les causes des colorations diverses qui apparaissent dans les feuilles en automne et en hiver.

Bulletin de la Société Botanique de France (1877).

De l'influence des champignons parasites sur la production de l'amidon dans les feuilles.

Bulletin de la Société Botanique de France (1877).

Expériences sur l'absorption des matières nutritives par les racines. En collaboration avec M. Maxime Cornu.

Comptes rendus des séances de la Société de Biologie (1878).

Considérations sur l'apparition de l'amidon et du sucre dans les feuilles.

Association française pour l'avancement des sciences (1878).

II

Action de la lumière sur les plantes.

Recherches sur les anomalies de dimensions des entre-nœuds et des feuilles étiolés.

Bulletin de la Société Botanique de France (1875).

Des causes diverses de l'étiolement des plantes.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1882).

Des conditions dans lesquelles se produit l'épinastie des feuilles.

Comptes rendus de l'Academie des sciences (1882).

De l'orientation des feuilles vers la lumière.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1883).

Recherches sur les causes de la structure des feuilles.

Bulletin de la Société Botanique de France (1883).

Des causes qui peuvent modifier l'action directrice de la lumière sur les feuilles.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1884).

Étude sur les mouvements nyctitropiques des feuilles.
Bulletin de la Société Botanique de France (1884).

III

Influence exercée par le milieu sur la structure et la végétation des plantes.

Des effets de l'immersion sur les feuilles aériennes.
Bulletin de la Société Botanique de France (1876).

Des effets de la submersion sur les feuilles aériennes.
Bulletin de la Société Botanique de France (1878).

Des effets de l'eau sur les feuilles aquatiques.
Bulletin de la Société Botanique de France (1878).

De l'absorption de l'eau par le limbe des feuilles.
Bulletin de la Société Botanique de France (1878).

De quelques exemples relatifs à l'antagonisme des influences exercées par l'hérédité et le milieu.
Association française pour l'avancement des sciences (1878).

De l'absorption de l'eau par les feuilles des plantes bulbeuses.
Bulletin de la Société Botanique de France (1879).

Des variations de forme et de structure des racines suivant les milieux.
Comptes rendus de l'Académie des sciences (1879).

Des modifications de forme et de structure qu'éprouvent les racines suivant les milieux où elles végètent.
Association française pour l'avancement des sciences (1889).

Des modifications de forme et de structure que subissent les plantes, selon qu'elles végètent à l'air ou sous l'eau.
Bulletin de la Société Botanique de France (1880).

Des causes qui modifient la structure de certaines plantes aquatiques végétant sous l'eau.

Bulletin de la Société Botanique de France (1880).

Note sur l'antagonisme entre l'hérédité et le milieu.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1880).

Observations sur les variations des plantes suivant les milieux.

Bulletin de la Société Botanique de France (1881).

De l'hydrotropisme des racines.

Bulletin de la Société Botanique de France (1881).

Observations sur les conditions de développement des feuilles nageantes.

Association française pour l'avancement des sciences (1881).

De la végétation à l'air des plantes aquatiques.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1882).

De quelques nouveaux exemples relatifs à l'influence du milieu sur la forme et la structure des plantes.

Bulletin de la Société Botanique de France (1882).

Des modifications subies par la structure épidermique des feuilles sous diverses influences.

Comptes rendus de l'Academie des sciences (1882).

Observations sur la structure des feuilles des plantes aquatiques.

Bulletin de la Société Botanique de France (1885).

Sur la répartition des stomates.

Bulletin de la Societe Botanique de France (1886).

Modifications de structure subies par une feuille de lierre enracinée.

Bulletin de la Société Botanique de France (1886).

Influence du milieu sur la structure des plantes amphibies.
Bulletin de la Société Botanique de France (1886).

La question suivante fut proposée par l'Académie des sciences pour le concours de l'un des prix Bondin, 1881.

De l'influence exercée par le milieu sur les structures et la végétation des plantes.

M. Mer envoya un mémoire manuscrit. Le prix ne fut pas accordé, mais la moitié de sa valeur (1.500 francs) fut attribuée à M. Mer à titre de récompense (6 février 1882, M. Van Tieghem, rapporteur).

Cette question ayant été remise au concours deux ans après, M. Mer adressa un second mémoire manuscrit et reçut une nouvelle récompense de 1.000 francs (5 avril 1884, M. Van Tieghem, rapporteur).

IV

Absorption des matières colorantes par les racines

Recherches sur l'absorption des matières colorantes par les racines et nouvelle théorie sur la nutrition. En collaboration avec M. Max Cornu.
Congrès international de Botanique. Paris (1878).

V

Divers.

*De l'influence des saisons sur la végétation et la reproduction de l'*Isoetes lacustris.
Bulletin de la Société Botanique de France (1881).

*Du développement des sporanges et des spores dans l'*Isoetes lacustris.
Bulletin de la Société Botanique de France (1881).

*Influence exercée par le milieu sur la forme, la structure et le mode de reproduction de l'*Isoetes lacustris.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1881).

*Développement des sporanges stériles dans l'*Isoetes lacustris.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1881).

Recherches sur les causes de la formation des poils radicaux.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1879).

De la constitution et des fonctions des poils radicaux.

Association française pour l'avancement des sciences (1880).

Nouvelles recherches sur les conditions de développement des poils radicaux.

Comptes rendus de l'Académie des sciences (1884).

Recherches sur le mécanisme et la cause de la pénétration dans le sol et de l'enracinement de l'extrémité des tiges de ronce

Bulletin de la Société Botanique de France (1884).

QUATRIÈME PARTIE

ZOOLOGIE

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES

I

Recherches sur l'organisation de « l'Hélix pomatia ».

Recherches sur l'absorption cutanée dans les mollusques (H. pomatia).
Comptes rendus des séances de la Société de Biologie (1877).

Structure de la coquille des mollusques (H. pomatia). En collaboration avec M. Louge.
Comptes rendus de l'Académie des sciences (1880).

Répartition du calcaire dans les mollusques (H. pomatia). En collaboration avec M. Louge.
Comptes rendus des séances de la Société de Biologie (1880).

I

Divers.

De l'ossification de la phalange onguéale chez l'homme et le singe. En collaboration avec M. Louge.

Comptes rendus de la Société de Biologie (1875).

Coefficient de correction des volumes gazeux (Pour servir aux analyses de physiologie). En collaboration avec M. N. Gréhaut.

Journal de Physique théorique et appliquée (1874).

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.